

E103/13839



**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 26 APR 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

102 60 961.6

Anmeldetag:

20. Dezember 2002

Anmelder/Inhaber:

Endress + Hauser Conducta Gesellschaft für
Mess- und Regeltechnik mbH + Co KG,
70839 Gerlingen/DE

Bezeichnung:

Halbleitersensor mit frontseitiger Kontaktierung

IPC:

H 01 L, B 81 B, G 01 N

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 25. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Kahle

Halbleitersensor mit frontseitiger Kontaktierung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Sensoranordnung mit einem Elementarsensor, insbesondere einem Halbleitersensor wie beispielsweise einem sogenannten ISFET oder CHEMFET-Sensor, der einen ionensensitiven Feldeffekttransistor umfasst. Die ionensensitiven Sensorelemente, welche als Chips vorliegen, müssen zur Realisierung eines Sensors in der Weise montiert werden, dass sie einerseits mit den gewöhnlich hoch korrosiven Proben beaufschlagt werden können, ohne dass andererseits korrosionsempfindliche Komponenten wie Leiterbahnen mit den Medien in Kontakt kommen. Hierzu wird das ionensensitive Element eines Halbleiterchips gewöhnlich mit einer Öffnung in einer Wand einer Probenkammer fluchtend angeordnet, wobei zwischen der Wand der Probenkammer und dem Halbleiterchip eine ringförmige Dichtung angeordnet ist, welche die Öffnung umgibt, so dass der ionensensitive Bereich des Halbleiterchips mit der Probe beaufschlagt werden kann, ohne dass die Probe mit dem Chip außerhalb des ionensensitiven Bereichs in Berührung kommt.

Die elektrische Kontaktierung des Chips erweist sich jedoch als schwierig. Der Stand der Technik kennt im wesentlichen drei Ansätze. Benton offenbart in US-Patent- Nr. 5,833,824 einen pH-Sensor, bei dem ein ISFET-Chip mittels einer metallischen Dichtung, welche den ionensensitiven Bereich des ISFET-Chips umgibt an der Unterseite eines Substrats befestigt ist, wobei der ionensensitive Bereich mit einer Öffnung in dem Substrat fluchtet. Außerhalb des von der Dichtung umgebenen Bereiches werden Leiterbahnen an der Oberfläche des Chips zu Kontaktflächen geführt, welche über Löt- oder Schweißverbindungen mit komplementären Kontaktflächen an der Unterseite des Substrats verbunden sind. Die von Benton vorgeschlagene Lösung ist insofern sehr aufwendig, als sowohl bei der Herstellung der Dichtung als auch bei der Verwirklichung der elektrischen Kontaktierung aufwendige Löt- bzw. Schweißverfahren erforderlich sind.

Der in Benton diskutierte Stand der Technik beschreibt ISFET-Sensoren, bei denen eine gewöhnliche polymerische Dichtung um die Öffnung der Probenkammerwand zwischen dem Substrat und dem ionensensitiven Bereich des ISFET-Chips angeordnet ist. Die Kontaktierung des ISFET-Chips erfolgt jedoch nicht zum Substrat im Sinne von Benton, sondern zu einem Träger, welcher den ISFET-Chip auf der von dem Substrat abgewandten Rückseite unterstützt. Zu diesem Zweck sind Bonddrähte zwischen Kontaktflächen an der Vorderseite des ISFET-Chips zu Kontaktflächen auf den Träger außerhalb der Auflagefläche des ISFET-Chips geführt. Auch diese Lösung ist aufwendig, weil Bondarbeiten zur Kontaktierung des Chips erforderlich sind, und weil zur Gewährleistung der Funktion und Integrität des Sensors der Chip sowohl bezüglich des Substrats wie auch bezüglich des Trägers in engen Toleranzen ausgerichtet sein muss.

Weiterhin sind Lösungen bekannt, bei denen die Chips ihre Kontaktflächen bzw. Bondpads auf der dem ionensensitiv Bereich abgewandten Rückseite aufweisen. Diese Chips können dann rückseitig über einen Träger mit komplementären Kontaktflächen kontaktiert werden, wobei zur Gewährleistung ausreichender galvanischer Kontakte zwischen der Rückseite des Chips und dem Träger ein anisotroper elastischer Leiter, z.B. eine Silikonfolie mit eingebetteten Goldfäden in einer Richtung senkrecht zur Ebene der Folie angeordnet ist.

Diese Lösung ist insofern sehr teuer, da die Führung der elektrischen Anschlüsse durch den Chip von dessen Vorderseite zu dessen Rückseite seine Herstellungskosten um ein vielfaches erhöht.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Halbleitersensor bereitzustellen, bei dem die beschriebenen Nachteile überwunden werden. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, durch den Sensor gemäß des unabhängigen Patentanspruchs 1.

Der erfindungsgemäße Sensor umfasst einen Elementarsensor, insbesondere einen Halbleiterchip, mit einer ersten Oberfläche, welche einen mediensensitiven Bereich und mindestens eine erste elektrische Kontaktfläche aufweist; und einen Träger, mit einer zweiten Oberfläche, welche der ersten Oberfläche des Elementarsensors zugewandt ist, eine Öffnung aufweist, welche mit dem sensitiven Bereich fluchtet, und mindestens eine zweite elektrische Kontaktfläche, welche mit der mindestens einen ersten elektrischen Kontaktfläche überlappt bzw. fluchtet, wobei zwischen dem Träger und dem Elementarsensors eine vorzugsweise elastische isolierende Schicht oder Folie angeordnet ist, die zumindest in einem mit den Kontaktflächen überlappenden Bereich anisotrop leitfähig ist, um eine elektrisch leitende Verbindung zwischen der mindestens einen ersten und der mindestens einen zweiten Kontaktfläche herstellt, wobei die Folie bzw. Schicht eine durchgehende Öffnung aufweist, die mit der Öffnung in der zweiten Oberfläche fluchtet, so dass der sensitive Bereich des Elementarsensors durch die Öffnung mit einem Analyten beaufschlagbar ist, wobei die vorzugsweise elastische Schicht bzw. Folie den Bereich außerhalb der Öffnung gegen Kontamination mit dem Analyten abdichtet.

Vorzugsweise umfaßt die elastische isolierende Schicht oder Folie in dem anisotrop leitfähigen Bereich eingebettete leitfähige Partikel, Körner oder Fäden, insbesondere metallische Partikel oder Fäden. Besonders bevorzugt sind derzeit Goldfäden, die sich senkrecht zur Ebene der elastischen organischen Schicht erstrecken. Besonders bevorzugt sind derzeit Silikonschichten, die Goldfäden aufweisen und kommerziell von der Firma Shin-Etsu erhältlich sind.

Sofern die organische elastische Schicht metallische Körner aufweist, so sind diese in einer relaxierten Schicht in einer solchen Konzentration gleichverteilt, daß es nicht zu einer ausreichenden Zahl von elektrischen Kontakten zwischen

den Körnern kommt, um eine elektrische Leitfähigkeit über große Distanzen herzustellen. Wird jedoch die elastische Schicht in einer Richtung komprimiert, beispielsweise durch Einspannung als Dichtelement, so entsteht in der Kompressionsrichtung eine ausreichende Zahl von elektrischen Kontakten um
5 die Leitfähigkeit entlang der Kompressionsrichtung zu gewährleisten.

Unabhängig von der gewählten Art des Dichtelements wird der Elementarsensor bzw. der Halbleiterchip vorzugsweise durch eine rückseitige Abstützung gegen die elastische Schicht gepresst, um die Dichtungswirkung
10 der elastischen Schicht zu optimieren. Die rückseitige Abstützung kann sowohl steif als auch elastisch vorgespannt sein. Die elastische Vorspannung, z.B. mit einer Schraubfeder, ist insoweit vorteilhaft, als dadurch die Effekte von unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten sicherer ausgeglichen werden können, als wenn dies ausschließlich durch die Elastizität des
15 Dichtungselements erfolgen müsste. Dies ist insbesondere dann beachtlich, wenn ein gewisser Kompressionsgrad des Dichtungselementes erforderlich ist, um die elektrische Leitfähigkeit durch die Dichtung zu gewährleisten.

Weitere Einzelheiten ergeben sich aus den beigefügten Zeichnungen.

20

Es zeigt:

Fig. 1: Eine Aufsicht auf die Unterseite eines Substrats für eine
Sensoranordnung gemäß der vorliegenden Erfindung;

25

Fig. 2: Ein Dichtelement für eine Sensoranordnung gemäß der
vorliegenden Erfindung; und

Fig. 3: einen Längsschnitt durch eine Sensoranordnung gemäß
30 der vorliegenden Erfindung.

Das Ausführungsbeispiel wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Ausführungen 1 bis 3 erläutert.

Fig. 1 zeigt die Unterseite eines Substrats für einen erfindungsgemäßen Elementarsensor, in diesem Falle einen Halbleitersensor, wobei auf der Unterseite Kontaktflächen 8 und 9 beabstandet zu einer Öffnung 7 angeordnet sind. Die Kontaktflächen 8, 9 sind über Leiterbahnen 10, 11 in geeigneter Weise mit den erforderlichen Anschlüssen verbunden. Beim fertig montierten Sensor dient die Öffnung 7 dazu, den Halbleiterchip mit der zu analysierenden Probe zu beaufschlagen.

Fig. 2 zeigt eine Aufsicht auf ein Dichteelement für den Halbleitersensor gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei das Dichteelement bei dieser Ausführungsform eine Silikonschicht umfasst, welche durchgehende Goldfäden eingebracht sind, die sich im wesentlichen senkrecht zur Ebene des Dichteelements 5 erstrecken. Auf diese Weise ist das Dichteelement in der Ebene des Dichtungselements elektrisch isolierend und senkrecht zur Ebene des Dichtungselements leitend. Somit können miteinander fluchtende elektrische Kontaktflächen, welche durch die Dichtung voneinander getrennt sind, miteinander in elektrischen Kontakt gebracht werden, während bezüglich der Ebene des Dichtungselements lateral versetzte Kontaktflächen voneinander elektrisch isoliert sind.

Die erforderliche Mindestgröße von fluchtenden Kontaktflächen zur Gewährleistung eines sicheren Kontakts, ist eine Frage der mittleren Anzahl von Goldfäden pro Flächeneinheit des Dichteelements. Dieser Parameter kann vom Fachmann in geeigneter Weise angepasst werden. Gleichermaßen ist der mittlere laterale Abstand von Bauelementen zur Gewährleistung einer zuverlässigen Isolation eine Funktion der Anzahldichte der Goldfäden sowie von deren Orientierung und deren Durchmesser. Derzeit wird ein Dichtungselement bevorzugt, welches eine zuverlässige Kontaktierung bei

fluchtenden Kontaktflächen von bereits weniger als 1 mm^2 ermöglicht und eine ausreichende Isolation bei einem lateralen Abstand von etwa 0,5 mm gewährleistet.

- 5 Die äußeren Abmessungen des Dichtungselements in Fig. 2 sind bei dieser Ausführungsform kongruent mit den äußeren Abmessungen der Unterseite des Substrats in Fig. 1, dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Es ist jedoch zweckmäßig, wenn die Öffnung im Dichtungselement etwa die gleiche Größe wie die Öffnung 7 in der Unterseite des Substrats 6 aufweist.

10

Fig. 3 zeigt schließlich ein Längsschnitt durch den zusammengesetzten Halbleitersensor gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei das Dichtungselement 5 zwischen einem Halbleiterchip 1 und dem Substrat 6 eingespannt ist.

15

- Der Halbleiterchip 1 weist in seiner dem Dichtungselement zugewandten Oberfläche einen ionensensitiven Bereich 4 auf, welcher mit der Öffnung 7 im Substrat 6 fluchtet. Beabstandet zu der Öffnung sind Kontaktflächen 2 und 3 angeordnet, welche mit den komplementären Kontaktflächen 8, 9 auf der Unterseite des Substrats fluchten. Die Kontaktierung zwischen den chipseitigen Kontaktflächen 2, 3 und den substratseitigen Kontaktflächen 8, 9 wird durch die Leitfähigkeit des Dichtungselements senkrecht zu dessen Ebene gewährleistet.

20

- Um eine hinreichende Dichtung zu erzielen, muss der Halbleiterchip 1 mit ausreichender Kraft gegen die Unterseite des Substrats 6 gedrückt werden. Dies kann einerseits durch eine Einspannung mit formstabilen Bauelementen erfolgen und andererseits durch elastische Elemente wie Bsp. eine Schraubfeder, die hier jedoch nicht dargestellt ist.

25

- 30 Das Substrat 6 kann Bsp. einstückig mit einem Gehäuse eines Halbleitersensors ausgebildet sein oder als separates Bauteil, welches in

geeigneter Weise in ein Gehäuse einzusetzen ist. Diese und ähnliche Ausgestaltungen ergeben sich für den Fachmann in naheliegender Weise, ohne vom Gegenstand der Erfindung abzuweichen, die in den nachfolgenden Patentansprüchen definiert ist.

Patentansprüche

1. Sensoranordnung, umfassend:

5 einen Elementarsensor mit einer ersten Oberfläche, welche einen
mediensensitiven Bereich und mindestens eine erste elektrische
Kontaktfläche aufweist;

10 einen Träger, mit einer zweiten Oberfläche, welche der ersten Oberfläche
des Elementarsensors zugewandt ist, eine Öffnung aufweist, welche mit
dem sensitiven Bereich zumindest überlappt, und mindestens eine zweite
elektrische Kontaktfläche, welche mit der mindestens einen ersten
elektrischen Kontaktfläche zumindest überlappt; und

15 eine Schicht bzw. Folie, welche zwischen dem Träger und dem
Elementarsensor angeordnet ist und zumindest in einem mit den
Kontaktflächen fluchtenden Bereich anisotrop leitfähig ist, um eine
elektrisch leitende Verbindung zwischen der mindestens einen ersten und
der mindestens einen zweiten Kontaktfläche herzustellen, wobei die
20 Schicht bzw. Folie eine durchgehende Öffnung aufweist, die mit der
Öffnung in der zweiten Oberfläche zumindest überlappt, so dass der
sensitive Bereich des Elementarsensors durch die Öffnung mit einem
Analyten beaufschlagbar ist, wobei die Schicht bzw. Folie den Bereich
außerhalb der Öffnung gegen Kontamination mit dem Analyten abdichtet.

25

2. Sensoranordnung nach Anspruch 1, wobei die Schicht bzw. Folie
elastisch ist.

30

3. Sensoranordnung nach Anspruch 2, wobei die Schicht bzw. Folie ein isolierendes organisches Material aufweist, wobei der anisotrop leitfähige Bereich eingebettete leitfähigen Partikel, Körnern oder Fäden aufweist.

5

4. Sensoranordnung nach Anspruch 3, wobei die Schicht bzw. Folie eine Silikonschicht umfaßt, welche im anisotrop leitfähigen Bereich eingebettete Goldfäden aufweist, die sich senkrecht zur Ebene der Silikonschicht erstrecken.

10

5. Sensoranordnung nach Anspruch 3, wobei die organische elastische Schicht bzw. Folie im relaxierten Zustand eingebettete metallische Körner in einer solchen Konzentration umfaßt, daß es nicht zu einer ausreichenden Zahl von elektrischen Kontakten zwischen den Körnern kommt, um eine durchgehende elektrische Leitfähigkeit herzustellen, wobei ferner durch die Einspannung der elastischen Schicht als Dichtelement zwischen dem Träger und dem Elementarsensor die Schicht in einem solchen Maße komprimiert ist, daß in der Kompressionsrichtung eine ausreichende Zahl von elektrischen Kontakten vorhanden ist, um eine leitende Verbindung zwischen der mindestens einen ersten und der mindestens einen zweiten Kontaktfläche herzustellen.

15

20

25

6. Sensoranordnung nach Anspruch 3, wobei anisotrop leitfähiger Bereich der Schicht bzw. Folie sich im wesentlichen über die gesamte Schicht bzw. Folie erstreckt.

7. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Elementarsensor einen Analysesensor für Flüssigkeiten oder Gase umfaßt.
- 5
8. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Elementarsensor wobei der Elementarsensor ein amperometrischer oder ein potentiometrischer Sensor ist.
- 10
9. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Elementarsensor einen ein pH-Sensorelement oder ein Redox-Sensorelement umfaßt.
- 15
10. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche wobei der Elementarsensor einen Halbleitersensor, insbesondere einen Halbleiterchip mit einem ionensensitiven Bereich umfaßt.
- 20

Zusammenfassung

Eine ionensensitive Sensoranordnung umfasst einen Elementarsensor, insbesondere Halbleiterchip 1 mit einer ersten Oberfläche, welche einen mediensensitiven Bereich 4 und mindestens eine erste elektrische Kontaktfläche 2, 3 aufweist, und einen Träger 6, mit einer zweiten Oberfläche, welche der ersten Oberfläche des Halbleiterchips 1 zugewandt ist, eine Öffnung 7 aufweist, welche mit dem sensitiven Bereich 4 fluchtet, und mindestens eine zweite elektrische Kontaktfläche 8, 9, welche mit der mindestens einen ersten elektrischen Kontaktfläche 2,3 überlappt bzw. fluchtet, wobei zwischen dem Träger und dem Halbleiterchip eine vorzugsweise elastische Folie oder Schicht 5 angeordnet ist, die zumindest in einem mit den Kontaktflächen fluchtenden Bereich eine leitende Verbindung zwischen der mindestens einen ersten und der mindestens einen zweiten Kontaktfläche herstellt, wobei die Folie oder Schicht eine durchgehende Öffnung aufweist, die mit der Öffnung 7 in der zweiten Oberfläche fluchtet, so dass der sensitive Bereich 4 des Halbleiterchips 1 durch die Öffnung mit einem Analyten beaufschlagbar ist, wobei die Folie oder Schicht 5 den Bereich außerhalb der Öffnung 7 gegen Kontamination mit dem Analyten abdichtet.

(Fig. 3)

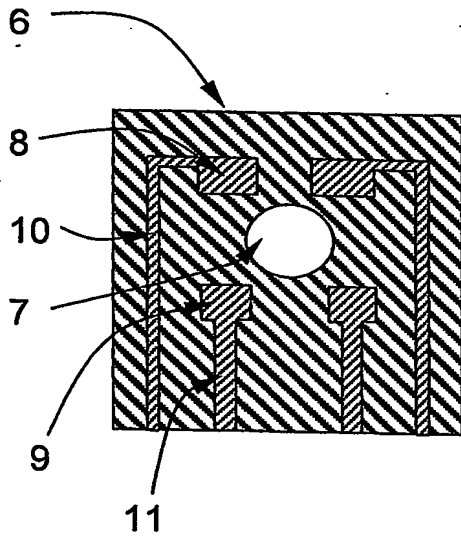


Fig. 1

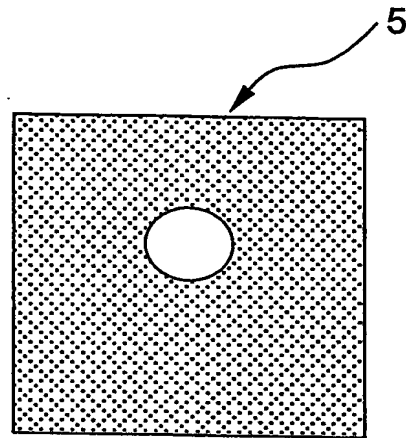


Fig. 2

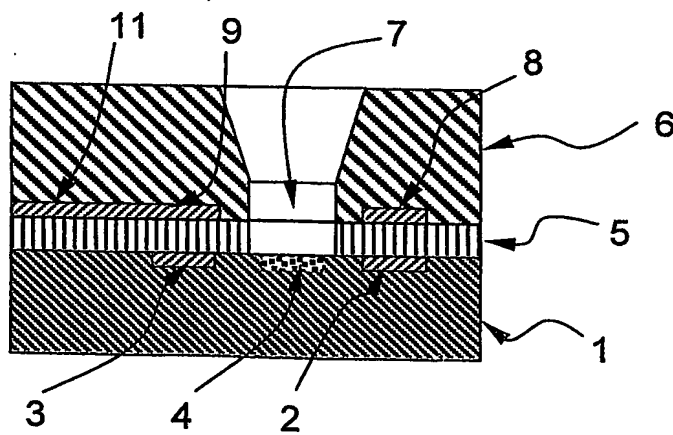


Fig. 3

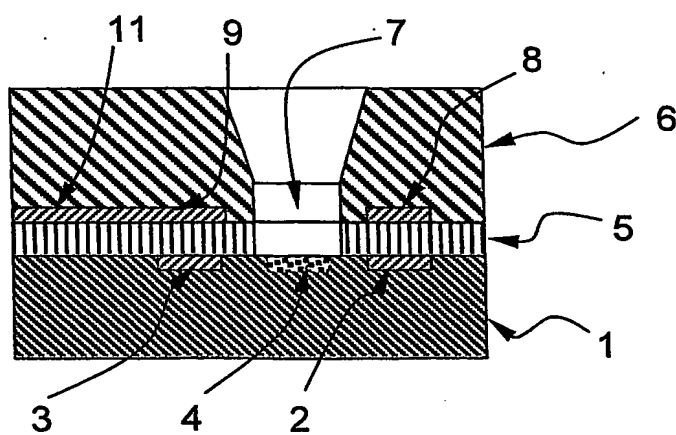


Fig. 3

BEST AVAILABLE COPY